

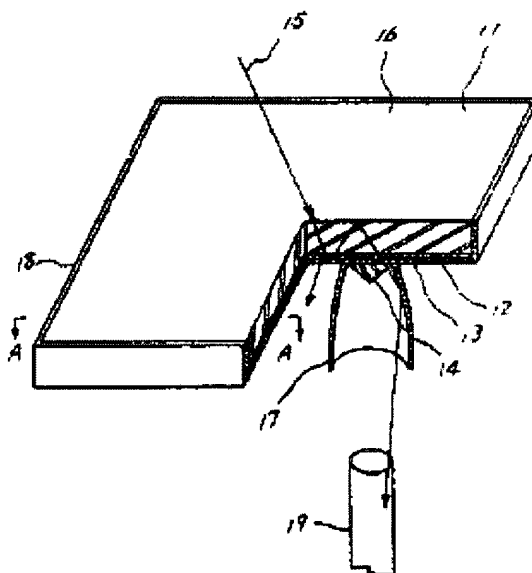
CONDENSER

Patent number: JP61105511
Publication date: 1986-05-23
Inventor: TSUKAMOTO MORIAKI; SUMIDA ISAO; FUJINO MITSUHIRA; HAYASHIBARA MITSUO
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
 - international: **F24J2/06; F24J2/06;** (IPC1-7): F24J2/06; G02B6/00; G02B6/42; G02B19/00
 - european: F24J2/06
Application number: JP19840225764 19841029
Priority number(s): JP19840225764 19841029

Report a data error here

Abstract of JP61105511

PURPOSE: To condense solar rays ≥ 100 times without following up the sun and to take out the condensed light to the external efficiently by providing a light guide means consisting of a transparent body whose area of the surface facing a luminescence layer is smaller than the area of the luminescence layer. **CONSTITUTION:** A solar light 15 incident on a condensing transparent plate 16 has the wavelength converted by a luminescence layer 12 or 13 and is radiated isotropically, and \geq several tens % light satisfying total reflection conditions out of this radiated light is reflected totally repeatedly and is discharged from a light taking-out projection 14. This discharged light is condensed by a curved surface mirror 17 and is made incident on a light guide 18 and is transmitted to a light using part. If an area A0 of the solar light receiving surface of the condensing transparent plate 16 is made larger than an area A1 of the light taking-out part 14, the light condensed efficiently with a high condensation magnification without following up the sun is taken out to the external and is used.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-105511

⑬ Int.Cl.⁴G 02 B 6/00
F 24 J 2/06
G 02 B 6/42
19/00

識別記号

庁内整理番号

R-7370-2H
8313-3L
7529-2H
7370-2H

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 集光装置

⑯ 特 願 昭59-225764

⑰ 出 願 昭59(1984)10月29日

⑱ 発 明 者 塚 本 守 昭 日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

⑲ 発 明 者 隅 田 勲 日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

⑳ 発 明 者 藤 野 充 平 日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

㉑ 発 明 者 林 原 光 男 日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外2名

明 細 書

発明の名称 集光装置

特許請求の範囲

1. ルミネッセンス層の少なくとも一面に、直接又は透明体を介し、前記ルミネッセンス層に対して傾斜した平面部分を有する透明体であつて、前記ルミネッセンス層と対向する面の面積が該ルミネッセンス層の面積よりも小さい透明体からなる導光手段を設けたことを特徴とする集光装置。
2. 導光手段としての透明体の屈折率とルミネッセンス層と該導光手段との間に介在せる透明体の屈折率とが同一ないし近似していることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の集光装置。
3. ルミネッセンス層が励起作用の異なる2種以上のルミネッセンスを含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の集光装置。
4. ルミネッセンス層は2種以上の多層構造を有し、かつ各層は互いに励起作用が異なっていることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の集光装置。

5. ルミネッセンス層は励起作用の異なる2種以上のルミネッセンスの混合物の層であることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の集光装置。

6. 多層構造のルミネッセンス層は各層が互いに屈折率が異なつたものであることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の集光装置。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は太陽エネルギー利用装置に係り、特に太陽を追尾することなく太陽光を集光し、その集光した光を他に供給するに好適な非追尾集光装置に関する。

〔発明の背景〕

従来の非追尾集光装置では、第2図に示すように、透明な平板3の表面に蛍光体の層を設け、太陽光の波長変換と全反射を利用して平板の端面に導き、端面を設けた光電池4により電気に変換したり、または集熱体により熱に変換していた。この装置では太陽を追尾することなく太陽光を100倍以上に集光可能であるが、集光した太陽光を平

板の端面で電気や熱に変換して利用しており、集光した光を平板の外部に取り出し、平板から遠くへ光のまま伝送して利用することについては配慮されていなかった。

〔発明の目的〕

したがって、本発明の目的は太陽を追尾することなく太陽光を100倍以上に集光し、かつその集光した光を効率よく外部に取り出すことの可能な非追尾集光装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明の集光装置は、ルミネッセンス層の少なくとも一面に、直接又は透明体を介し、前記ルミネッセンス層に対して傾斜した平面部分を有する透明体であつて、前記ルミネッセンス層と対向する面の面積が該ルミネッセンス層の面積よりも小さい透明体からなる導光手段を設けたことを特徴とする。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。第1図は本発明の一実施例を示す非追尾集光装置の構造を示す一部切り欠き図である。第1図にお

光体の吸収スペクトル52と放射スペクトル54のスペクトル重なり部分55が小さいことから、ZnS:Cu蛍光体から放射された光が再びZnS:Cu蛍光体に入射してほとんど吸収されない。

上記したZnS:Ag蛍光体とZnS:Cu蛍光体のそれぞれの屈折率 n_1 、 n_2 は約2.5でありほぼ等しいが、透明板11のガラスの屈折率 $n_0 = 1.4$ に比較して大きい。したがって、光取り出し用突起14をルミネッセンス層13の表面に設けた。その理由を以下に説明する。第4図は第1図のA-A断面図の一部である。第4図において、透明板11、ルミネッセンス層12、ルミネッセンス層13のそれぞれの屈折率 n_0 、 n_1 、 n_2 を説明の便宜上、

$$n_2 > n_1 > n_0$$

とする。いま、透明板11に入射した太陽光15はその大部分が透明板11を透過してルミネッセンス層12内の点Bでその一部分が波長変換されるとする。点Bで波長変換された光は点Bより等方的に放射される。この等方的に放射された光の

いて、11は透明板であり、ガラス、石英、アクリル樹脂、ポリカーボネイト樹脂等の光吸収率の低い材質が適している。本実施例では透明体11としてガラス板を使用した。この透明板11の裏面には特定波長域の太陽光を吸収し、その吸収スペクトルと波長域の異なるスペクトルの光を放射する物質、すなわちルミネッセンス層12及び13が設けられている。このルミネッセンス体としては無機質または有機質の蛍光体、燐光体等が適している。また性状は、液体でも固体でもよい。本実施例ではルミネッセンス層12としてZnS:Ag蛍光体、ルミネッセンス層13としてZnS:Cu蛍光体を用いている。ZnS:Ag及びZnS:Cu蛍光体の特性を第3図に示す。第3図において横軸は光の波長、縦軸は吸収又は放射される光強度の相対値である。同図中ハッチングをほどこした曲線51及び曲線52がそれぞれZnS:Ag及びZnS:Cu蛍光体の吸収スペクトルを表わし、実線53及び破線54がそれぞれの蛍光体の放射スペクトルを表わしている。第3図より、例えばZnS:Cu蛍

うち、次式

$$\theta_{c1} = \sin^{-1} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \quad \dots\dots(1)$$

で決まる臨界角 θ_{c1} より大きい入射角度で透明板11とルミネッセンス層12の界面61へ入射した光は界面61で全反射される。この全反射された光は、

$$n_2 > n_1$$

であるため、ルミネッセンス層12と13の界面62を通過してルミネッセンス層13に入る。一方、臨界角 θ_{c1} より小さい入射角度で界面61へ入射した光は界面61を通過して透明板11の表面63に入射する。この表面63に入射した光のうち、次式

$$\theta_{c2} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{n_0} \right) \quad \dots\dots(2)$$

で決まる臨界角 θ_{c2} より大きい入射角度で表面63へ入射した光は表面63で全反射される。この全反射した光は、

$$n_2 > n_1 > n_0$$

であるため、界面61、界面62を通過してルミネッセンス層13に入る。点Bで放射された光が表面63で θ_c となる界面61への入射角 θ_1 は次式で与えられる。

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \sin^{-1} \left(\frac{n_0}{n_1} \sin \theta_c \right) \\ &= \sin^{-1} \left(\frac{n_0}{n_1} \cdot \frac{1}{n_0} \right) \\ &= \sin^{-1} \left(\frac{1}{n_1} \right) \quad \dots\dots(3)\end{aligned}$$

同様に、ルミネッセンス層13の中の点Cで波長変換されて放射された光のうち、次式で与えられる θ_c より大きい入射角度で界面62に入射した光は、表面63で全反射されて再びルミネッセンス層13にもどってくる。

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{n_2} \right) \quad \dots\dots(4)$$

また、ルミネッセンス層13の表面64から出る光に対する臨界角 θ_c は θ_2 と等しい。

したがって、点Bや点Cで放射された光のうち、

ずすのは困難であり、効率よく光を取り出すことはできない。そこで集光用透明板に突起を設け、その形状を三角錐とした。第1図における光取り出し用突起14の詳細図を第5図に示す。第5図において、点D、点E、点F、点Gはそれぞれ三角錐の各頂点である。また、第5図中の矢印は代表的な光の経路である。この光取り出し用突起に入射する光のうち、外部に取り出すのに最も厳しい条件の入射光の1つは、ルミネッセンス層13に密着している面DEFGにほぼ平行に光取り出し用突起に入射する光である。この光を外部に取り出すため、面DEGで全反射されない条件から面DEFと面DEGとのなす角 α を次式を満足するように設定した。

$$\alpha > \frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \left(\frac{1}{n} \right) \quad \dots\dots(5)$$

但し $n = n_2 = n_3$

n_2 = ルミネッセンス層13の屈折率

n_3 = 光取り出し用突起14の屈折率

とした。面DEFG、面DFGについても(5)式を満

表面63で全反射される光は必ずルミネッセンス層13にもどってくるが、表面64で全反射される光は必ずしも透明体11には入らない。そのため、効率よく外部に光を取り出すためには、光取り出し用突起を最も屈折率の大きく層の表面に設ける必要がある。

第1図において、光取り出し用突起14は三角錐状とし、透明な材質でかつその屈折率はそれを取りつける相手の屈折率に近くしている。光取り出し用突起14の形状を三角錐状としたのは以下の光学的理由による。透明板11、ルミネッセンス層12、13で構成された集光用透明板16内で波長変換と全反射によつて集光された光を集光用透明板16の外部に取り出すためには、光取り出し位置で全反射条件を満たせない表面条件を作ればよい。その方法としては、集光用透明板16の端面から取り出す方法、集光用透明板16にくぼみを設ける方法等が考えられるが、これらの方法では集光用透明板16の内部で全反射をくり返している広い角度範囲の光に対して全反射条件をく

足するように設定した。

もう一つの最も厳しい条件の入射光は、面EFGにほぼ平行に入射する光である。しかし、第6図に示す面DEFGから見た光経路図に示すように面EFGで全反射された光は、面DEGへは入射角がより大きくなつて入射するため全反射条件からはずれてくる。そのため、面EFG、面DEG、面DFG等に平行に入射した光は1~2回は全反射することはあるが、その後光取り出し用突起の外部へ出るため問題ない。四角錐以上の多角錐やその1部を切り出した形状としてもその効果はほとんどかわらない。

第1図において、曲面鏡17はその焦点位置が光取り出し用突起14の内部にくるように配置されている。本実施例では曲面鏡17を楕円面鏡で構成し、その一方の焦点位置を光取り出し用突起14の内部に、他方の焦点位置をライトガイド18の入口付近に配置している。このことにより、光取り出し用突起14から放出される広い角度範囲の光は、この曲面鏡17(楕円面鏡)で集光さ

れ、効率よくライトガイド18に入射する。

第1図において、集光用透明板11の端面には、銀蒸着などにより反射層18を設けており、端面からの光の損失を防止している。

以下、第1図に示した本発明の一実施例を示す非追尾集光装置の動作を説明する。集光用透明板16に入射した太陽光15はルミネッセンス層12又は13で波長変換され、等方的に放射されるが、その放射された光のうち数十%以上の全反射条件を満足する光は全反射をくり返して光取り出し用突起14より放出される。この放出された光は曲面鏡17により集光されてライトガイド18に入射し、光利用部まで伝送される。この非追尾集光装置による集光倍率N及び入射した全太陽光に対する効率 η は次式により与えられる。

$$N = \frac{I_1}{I_0} = \frac{A_0}{A_1} \cdot \eta = \frac{A_0}{A_1} \cdot P \cdot \eta_1 \quad (6)$$

$$I_1 = I_0 \cdot P \cdot \eta_1 \cdot \frac{A_0}{A_1} \quad (7)$$

0.9とすれば、集光倍率Nは900、効率 η は0.09が可能である。

以上説明したように、本実施例によれば、太陽を追尾することなく効率よく高い集光倍率で集光した光を外部に取出しして利用できる。

第7図は光取り出し用突起の他の実施例を示す鳥瞰図である。同図において三角錐の1つの頂部を切り取った突起延長部81の底面に三角錐状の光取り出し用突起82の1つの面を一致させて設けている。そして集光用透明板に密着した面HIJを通過して側面IJKLに入射した光を反射させる。そのため、側面IJKLを含む突起延長部81の3つの側面に銀等を蒸着して反射面を形成している。この反射面は、側面と面HIJとのなす角 θ を次式を満足するように設定し、全反射させてもよい。

$$\theta > \frac{\pi}{2} + \sin^{-1} \left(\frac{1}{n} \right) \quad \dots\dots(9)$$

光取り出し用突起をこのように構成することにより、光の放出部を集光用透明板から離すことが

$$\eta = \frac{A_1}{A_0} \frac{I_1}{I_0} = P \cdot \eta_1 \quad \dots\dots(8)$$

但し、N=集光倍率

η = 集光装置の効率

η_1 = 集光用透明板と光取り出し部の総合伝達効率

A_0 = 集光用透明板の太陽光受光面積

A_1 = 光取り出し部の面積

I_0 = 集光用透明板へ入射する太陽光の強度

I_1 = 光取り出し用突起から放出される光の強度

P = ルミネッセンス層の太陽光に対する変換確率

上式より集光倍率N及び効率 η を高めるためには伝達効率 η_1 は高い必要があるが、上記説明したように光取り出し用突起14での損失がほとんどないため η_1 として単に端面から取り出す場合の0.5に対して0.9程度が可能である。したがって、 A_0/A_1 を10000、Pを0.1、 η_1 を

できる。そのため、曲面鏡14の配置が設計上容易になる効果がある。

第8図は本発明の非追尾集光装置の他の実施例を示す断面図である。第8図において球殻状の透明体球91の内部にルミネッセンス層92が設けられている。さらに透明体球91の表面の一部に光取り出し用突起93が設けられ、その光取り出し用突起93のまわりに曲面鏡94が設けられている。また、本実施例では光取り出し用突起93を透明体球91に引き出し口を設けて取りつけているが、透明体球91の曲面上に取りつけてもよい。

以上説明した本実施例によれば、平板状の集光用透明体にくらべて端面がないため、端面での光損失をなくすことができ、効率の向上をはかることができる。また太陽光の入射方向が変化しても球殻状の透明体球の投影面積は変化しないため取り出すことの出来る光の量が変化しないという効果もある。

第9図は第1図の集光用透明板16の他の実施

例を示す断面図である。同図において、(a)は集光用透明板16をルミネッセンス層12のみで構成した場合、(b)はルミネッセンス層12と透明板11で構成し、光取り出し用突起14を透明板11の側につけた場合、(c)はルミネッセンス層12を透明板11ではさみ、サンドイッチ構造とした場合、(d)は透明板11の両面にルミネッセンス層12及び13を設けた場合、(e)は(b)の構成の集光用透明板16を空間31及び32を設けてカバーガラス33及び34でカバーした場合を示している。これらの構造からルミネッセンス層の特性や使用環境に適した構造を選ぶことができる。

第10図は、第1図の光取り出し用突起14の他の実施例を示す鳥瞰図である。第10図において、(a)は断面が三角形のドーナツリング状の光取り出し用突起14を多重に設けたものであり、(b)は同じく断面が三角形の角柱をリング状に設けたものである。このように構成することにより、光取り出し用突起14の底面積に対する高さを低くすることが可能となる。

17…曲面鏡、18…反射層、19…ライトガイド。

代理人 弁理士 高橋明夫

〔発明の効果〕

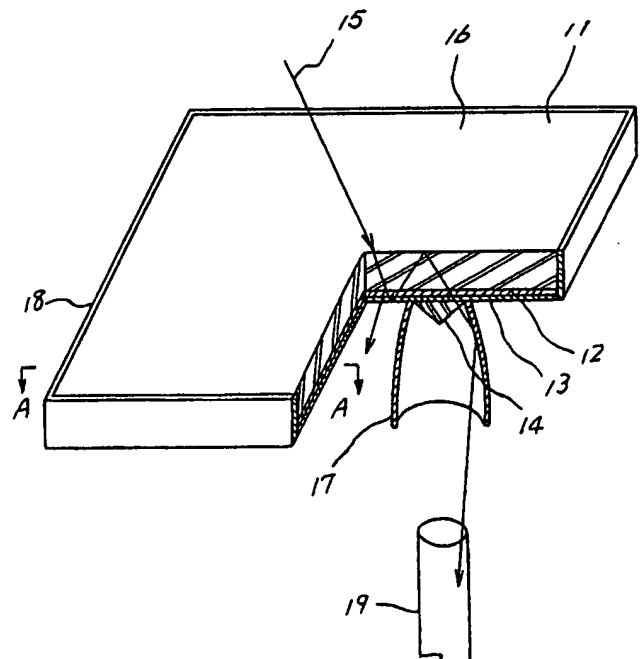
本発明によれば、波長変換及び全反射を利用して光取り出し部に光を伝送し、光取り出し部に多角錐又は多角錐を組み合わせた形状の光取り出し用突起とその光取り出し用突起から放出される光を集光するための曲面鏡により効率よく光を取り出すことができるので、効率、集光倍率とも2倍近く性能の高い非追尾集光装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

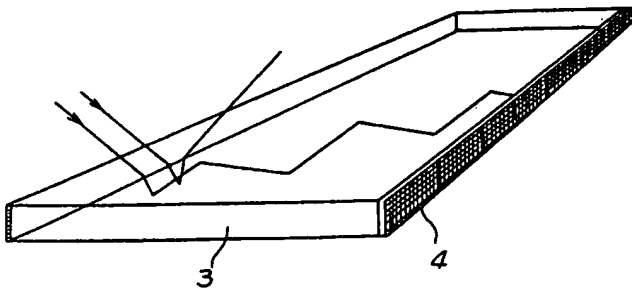
第1図は本発明の一実施例を示す構造図、第2図は従来例を示す鳥瞰図、第3図はルミネッセンス体の特性図、第4図は第1図のA-A断面図の一部、第5図は第1図の光取り出し用突起14の鳥瞰図、第6図は第5図の平図面、第7図と第10図は第1図の光取り出し用突起14の他の実施例を示す鳥瞰図、第8図は本発明の他の実施例を示す断面図、第9図は、第1図の集光用透明板16の他の実施例を示す断面図である。

11…透明板、12, 13…ルミネッセンス層、14…光取り出し用突起、16…集光用透明板、

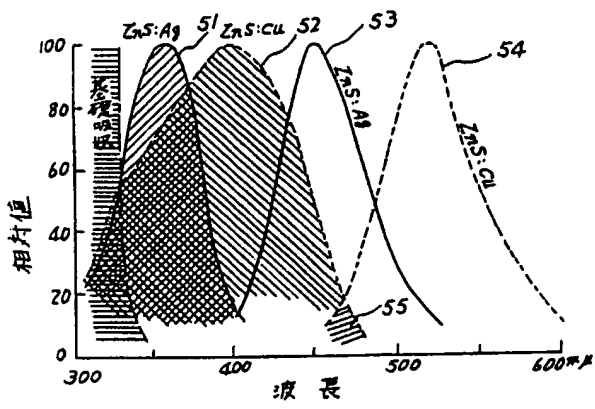
第 1 図



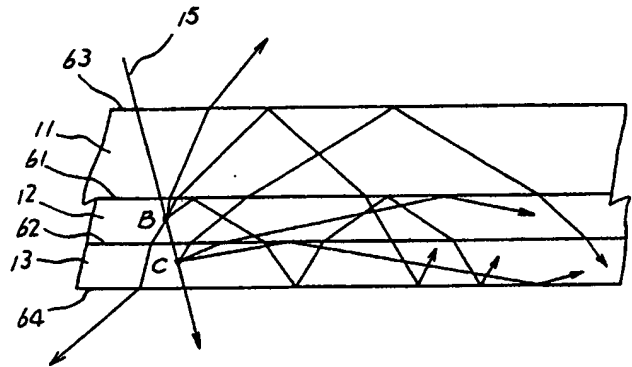
第 2 図



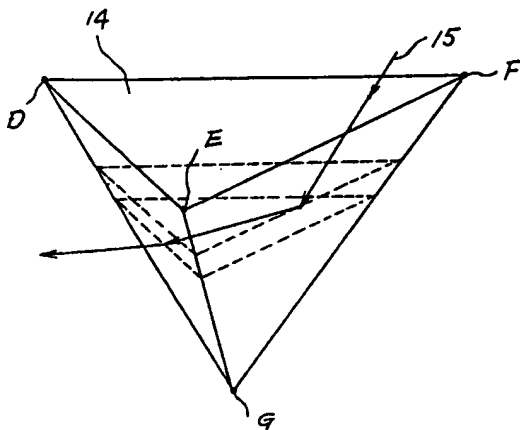
第 3 図



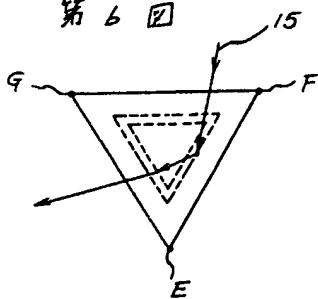
第 4 図



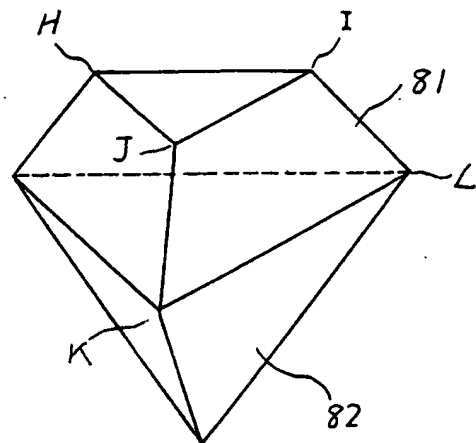
第 5 図



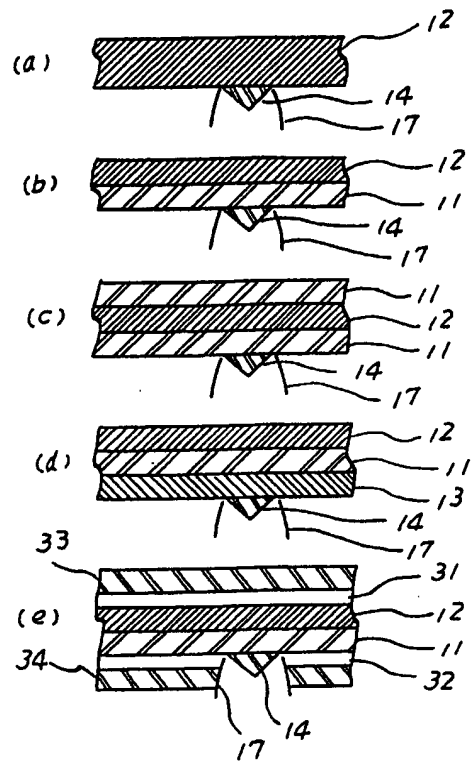
第 6 図



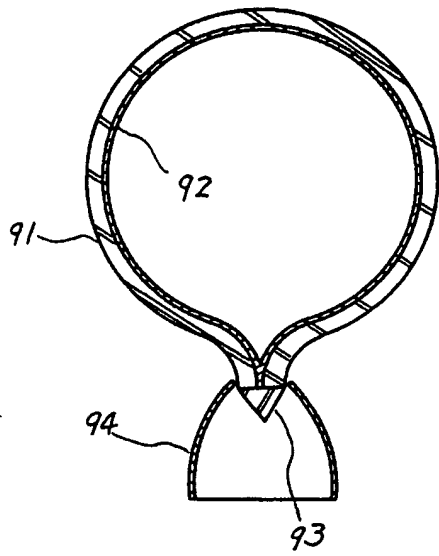
第 7 図



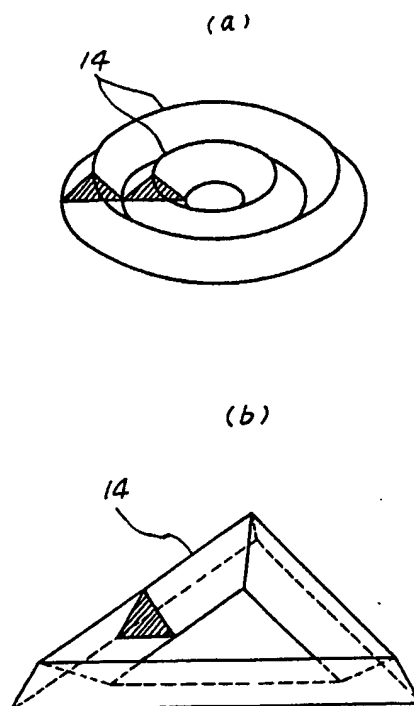
第 9 図



第 8 図



第 10 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.